

IDENTIFICACIÓN DE ESTADOS INMADUROS DE *Phyllophaga* Harris 1827 (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) Y HONGOS ENTOMOPATÓGENOS EN DIVERSOS CULTIVOS DE TARÍMBARO, MICHOACÁN

Gerardo Arciga-Guzmán¹, Johanna de Montserrat Alcantar-Zuñiga² y Miguel B. Nájera-Rincón³✉

¹Instituto Tecnológico del Valle de Morelia, Carretera Morelia-Salamanca, Km. 6.5, C. P. 58100 Morelia, Michoacán.

²Universidad Tecnológica de Morelia, Av. Vicepresidente Pino Suarez 750, 4ta Etapa Ciudad Industrial, C. P. 58200 Morelia, Michoacán.

³Campo Experimental Uruapan. CIRPAC-INIFAP. Av. Latinoamericana No. 1101 Col. Revolución, C. P. 60500, Uruapan, Michoacán. Tel. 018000882222 ext. 84212.

✉ Autor de correspondencia: minaj47@hotmail.com; najera.miguel@inifap.gob.mx.

RESUMEN. Se presentan resultados de la identificación de gallina ciega y hongos entomopatógenos asociados a cultivos de maíz, maíz-frijol y col en Tarímbaro, Michoacán. Con base en estructuras del raster y epifaringe se identificaron cuatro morfoespecies en estado inmaduro, tres del género *Phyllophaga* y una de *Cyclocephala* Latreille, 1829 (Coleoptera: Melolonthidae). Dos morfoespecies de *Phyllophaga* se registraron en los tres cultivos, mientras que una solo se registró en maíz. *Cyclocephala* solo se colectó en maíz. Se obtuvieron dos aislados nativos de hongos entomopatógenos, uno de *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin 1883 y otro de *Beauveria bassiana* (Balsamo, 1835) Vuillemin 1912. El porcentaje de infección natural de larvas fue muy bajo (0.58 %).

Palabras clave: Gallina ciega, control biológico.

Identification of immature states of *Phyllophaga* Harris, 1827 (Coleoptera: Melolonthidae) and entomopathogenic fungi in crops of Tarímbaro, Michoacán

ABSTRACT. Results of the identification of white grubs and entomopathogenic fungi associated with maize, maize-bean and cabbage crops in Tarímbaro Michoacán are presented. Based on raster and epipharynx structures four morphospecies in immature state were identified; three were located in the genus *Phyllophaga* and one in *Cyclocephala* Latreille, 1829 (Coleoptera: Melolonthidae). Two morphospecies of *Phyllophaga* were registered in three crops, while only one was recorded in maize. *Cyclocephala* was only collected in maize. Two native isolates of entomopathogenic fungi were obtained, one from *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin 1883 and the other from *Beauveria bassiana* (Balsamo, 1835) Vuillemin 1912. The percentage of natural infection of larvae was very low (0.58%).

Key words: White grubs, biocontrol.

INTRODUCCIÓN

El Municipio de Tarímbaro se localiza al norte del estado de Michoacán, en las coordenadas 19° 48' de latitud norte y 101° 10' de longitud oeste, a una altura de 1860 metros. En orden de importancia los principales cultivos son: alfalfa, maíz, cebolla, jitomate, coliflor, calabacita, chícharo, chile, frijol y flores entre otros cultivos. Durante los últimos años, los agricultores han registrado pérdidas económicas que pueden representar hasta el 100 % de la cosecha debido al daño ocasionado por la gallina ciega, y han manifestado su interés por que se lleven a cabo estudios orientados a la identificación y manejo de la plaga.

Los trabajos presentados en las diez Mesas Redondas sobre Plagas del Suelo efectuadas en México entre 1978 y 2016, han puesto de manifiesto la gran importancia económica que tienen varios grupos de coleópteros rizófagos. Del total de estas plagas, destacan por su diversidad y abundancia las larvas de los escarabajos de la familia Melolonthidae conocidas como gallinas ciegas o yupos, las cuales son citadas por diversos autores (Morón, 1988; Rodríguez del Bosque,

1993; Nájera-Rincón, 1993; Rodríguez del Bosque y Morón, 2010), como responsables de daños directos e indirectos en una gran variedad de cultivos.

Los daños que causa la gallina ciega en el desarrollo y rendimiento de los cultivos pueden ser leves o totales, dependiendo de la región, manejo del cultivo, así como densidad y estado de desarrollo de las larvas. En Michoacán, los primeros registros publicados al respecto estiman que cerca del 80 % de la superficie total se encontró infestada por un complejo de plagas del suelo entre las que destaca el género *Phyllophaga*. González (1978), señala que en los tres años anteriores a esa fecha se habían efectuado aplicaciones de insecticidas en un total de 150, 000 hectáreas en Michoacán con resultados poco satisfactorios, ya que a pesar del tratamiento químico las pérdidas eran considerables. Una estimación para el Valle Morelia-Queréndaro indica una pérdida de 1.3 ton/ha de grano en maíz de temporal (Nájera-Rincón, 1995), con una densidad promedio de 3.9 larvas de *Phyllophaga sp aff. misteca* (Bates, 1888) en cepellones de suelo de 30 x 30 x 30 cm. Para Tarímbaro, no obstante, la gran importancia económica que tiene la región y la plaga, no se cuenta con información precisa sobre la identificación de larvas, su densidad y evaluación de daños.

Respecto a las alternativas de control biológico, en el ámbito mundial está ampliamente sustentado el uso de entomopatógenos para el manejo de gallina ciega (Jackson y Glare, 1992); en América Latina, las investigaciones desarrolladas en Colombia (Rodríguez, 1997) y Costa Rica (Shannon e Hidalgo, 1993) son una clara muestra de la necesidad y conveniencia de la búsqueda, identificación y evaluación de entomopatógenos nativos, en el último caso, fue demostrado que en evaluaciones efectuadas bajo condiciones de laboratorio con aislados nativos y exóticos de *Metarhizium spp.* y *Beauveria spp.* sobre tres especies de gallina ciega de importancia económica, las cepas más virulentas fueron las nativas. En el caso de México, desde hace varios años se ha mencionado que es urgente trabajar en el control de plagas rizófagas asociadas al maíz mediante el uso de entomopatógenos (Villalobos, 1992). En este sentido, los trabajos sobre aislamiento de hongos patógenos en Jalisco y Nayarit (Hernández-Velázquez *et al.*, 1996), los efectuados por Calderón *et al.* (1997) sobre la enfermedad ambarina causada por bacterias del género *Serratia* en dos especies de *Phyllophaga* en Tamaulipas y los que actualmente desarrolla el autor y colaboradores sobre aislamiento y evaluación de hongos nativos (*Beauveria spp.* y *Metarhizium spp.*) (Zitlalpopoca-Hernandez *et al.*, 2017), significan un importante avance al respecto.

No obstante, la importancia económica de la gallina ciega en la región, hasta antes de iniciar este proyecto se desconocía la identidad de las especies responsables de los daños. Al respecto, es conveniente señalar que referirse a la gallina ciega es hablar en términos muy generales, ya que hasta el momento en México se conocen aproximadamente 670 especies, de las cuales no todas son plaga y algunas ni siquiera se alimentan de raíces. Si consideramos únicamente al grupo de gallinas ciegas con importancia económica se incluyen aproximadamente 250 especies, de las cuales pueden presentarse alrededor de veinte por localidad Nájera-Rincón *et al.*, 2006). Ante esta situación es prioritario responder a las siguientes preguntas: 1) ¿Qué especies están presentes en Tarímbaro? 2) ¿Cuál (es) son las más importantes económicamente? 3) ¿Es posible identificar hongos entomopatógenos nativos con potencial para el control biológico de la plaga? Con base en lo anterior, el objetivo del estudio fue identificar las especies de gallina ciega con mayor importancia económica en cultivos de maíz y hortalizas, así como sus hongos entomopatógenos asociados mediante su aislamiento e identificación.

MATERIALES Y MÉTODO

Con el objetivo de identificar a las especies plaga antes de su emergencia del suelo, se realizó un muestreo antes de que se efectuara cualquier movimiento de preparación para la siembra y de que iniciaran las lluvias. En cada caso, tomando como referencia parcelas de media hectárea, se

trazaron cinco líneas de transecto de 50 metros de longitud separadas 20 m entre sí. A lo largo de cada línea se distribuyeron dos puntos de muestreo y en cada uno se obtuvo un cubo de suelo de 30 cm por lado, el cual fue desmenuzado cuidadosamente sobre un plástico negro de un metro cuadrado y así obtener las larvas, pupas y adultos de los escarabajos, de las cuales una parte se fijó temporalmente en solución PAMPEL (Morón y Terrón, 1988) y definitivamente en alcohol al 70 %, mientras que otra parte se transportó al laboratorio para continuar su cría y obtener el estado adulto. Los adultos o pupas colectados dentro de sus celdas en el suelo, fueron conservados por separado, con todas las exuvias o restos tegumentarios asociadas, así como con cualquier otro organismo presente en la celda. Esta información permite establecer correlaciones entre la identidad genérica y/o específica de las formas adultas e inmaduras, así como obtener información sobre la presencia de entomopatógenos nativos.

Entre los meses de julio y octubre del ciclo primavera-verano 2018 se realizaron colectas de larvas cada dos meses en parcelas de agricultores cooperantes para obtener insectos sanos y con posibles síntomas de infección por hongos entomopatógenos. Las larvas sanas se utilizaron para su identificación a nivel de morfoespecie y continuar su ciclo de vida con el objeto de obtener estados adultos y facilitar su identificación específica. El 20 % de los estados inmaduros obtenidos fueron conservados en húmedo (Solución PAMPEL). Los muestreos y colectas se efectuaron de preferencia en parcelas sin aplicación de insecticidas. La determinación taxonómica de los estados inmaduros se realizó tomando en cuenta las características morfológicas del último segmento abdominal y de la epifaringe, específicamente las del raster, así como la presencia de plegmatia y proplegmatia respectivamente, siguiendo los criterios de Morón (1988). La identificación, aislamiento y conservación de los hongos entomopatógenos se efectuó siguiendo los criterios morfológicos de Samson *et al.* (1988) y Humber (2005), así como las técnicas propuestas por Poinar y Thomas (1978) y las diversas contribuciones editadas por Jackson y Glare (1992). Los análisis estadísticos se efectuaron con el programa StatGraphics Centurion XV.II.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de especies de gallina ciega. En parcelas de agricultores cooperantes se colectó un total de 350 larvas. Esta es la primera aproximación a la identificación de especies de gallina ciega con importancia agrícola en Tarímbaro, el género *Phyllophaga* fue el más abundante (99.13 %) del total de larvas colectadas. Al mismo tiempo, dos morfoespecies representaron el 97.42 % del total (Cuadro 1; Fig. 1). La dominancia de *Phyllophaga* en Tarímbaro es característica de agroecosistemas con uso intensivo, donde las especies fitófagas predominan sobre las saprófagas, facultativas y coprófagas (Morón, 2010).

Cuadro 1. Géneros y especies de gallina ciega identificados en cultivos de Tarímbaro, Michoacán. Ciclo P-V 2018

Cultivo	<i>Phyllophaga</i> spp.			<i>Cyclocephala</i> sp.
	sp.1	sp.2	sp.3	
Maíz	59	48	1	3
Maíz-frijol	40	72	-----	-----
Col	94	28	5	-----
Total	193	148	6	3
Abundancia relativa (%)	55.14	42.28	1.71	0.85

Los resultados obtenidos coinciden con Morón (2006; 2010) quien señala que la composición de las comunidades de *Phyllophaga* en nuestro país está integrada por combinaciones locales de

especies rizófagas euritróficas, especies rizófagas facultativas euritróficas, especies saprófagas estrictas o facultativas, y especies saprófagas o rizófagas estenotróficas especializadas, dependiendo del mosaico de microambientes, grado de alteración de los ecosistemas y el manejo de cultivos. Al realizar una prueba de t para comparar las medias de las morfoespecies 1 y 2 en los diferentes cultivos, se determinó que no hay diferencia estadística significativa ($t = 1.3485$, $P \leq 0.05$) ($= 0.2262$). La densidad de larvas fluctuó entre dos y cinco por cepellón, las cuales fueron suficientes para ocasionar daños en la densidad de población de plántulas de maíz y frijol (Nájera-Rincón, 1995).

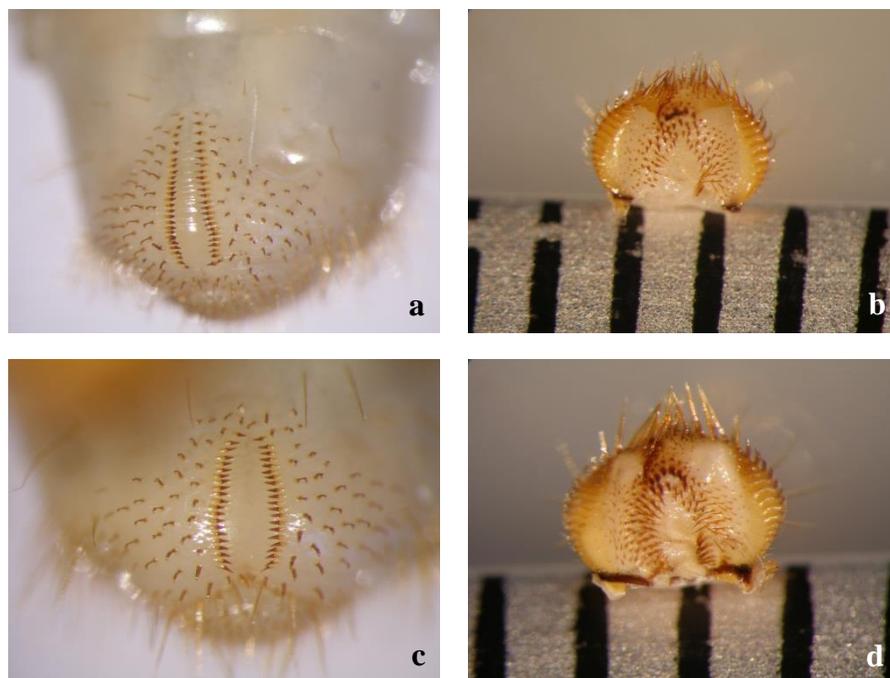


Figura 1. Morfoespecies dominantes en cultivos de Tarímbaro, a) raster y b) epifaringe de *Phyllophaga* sp1; c) raster y d) epifaringe de *Phyllophaga* sp2.

Del total de larvas colectadas únicamente tres (0.85 %) de *Phyllophaga* sp. 1 presentaron síntomas de infección y mortalidad ocasionada por hongos entomopatógenos (Fig. 2). De éstas, solo fue posible obtener dos aislados, uno de *B. bassiana* y uno de *M. anisopliae*. El porcentaje de infección natural por hongos entomopatógenos registrado en Tarímbaro se considera bajo, al compararlo con el 3.59 % obtenido por Nájera *et al.* (2006) en cultivos de maíz de Ciénega de Zacapu, Michoacán.

Esta diferencia podría explicarse debido a la colecta de una mayor cantidad de larvas (1028), a las características de los suelos de La Ciénega, caracterizados por altos contenidos de materia orgánica (puede ser mayor al 20 %) y al escaso uso de insecticidas. Es conveniente mencionar que la incidencia natural de hongos entomopatógenos varía entre localidades y épocas del año; los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con los registrados por Quezada-Béjar *et al.* (2017) al estudiar ortópteros en diversos agroecosistemas de Erongarícuaro, Michoacán. Por otra parte, aunque en Tarímbaro se seleccionaron preferentemente parcelas que en el ciclo P-V no fueron tratadas con plaguicidas, en el ciclo O-I si se habían aplicado, ya que este ciclo se caracteriza por una producción intensiva de hortalizas, en las cuales se aplican diferentes tipos de herbicidas, fungicidas e insecticidas con efectos residuales (Jaronski, 2010). Lo anterior sugiere un efecto negativo de dichos agroquímicos sobre la ocurrencia y densidad de hongos entomopatógenos,

hipótesis que deberá comprobarse. Por otra parte, se hace necesario continuar la búsqueda de aislados nativos en otras localidades de la región.

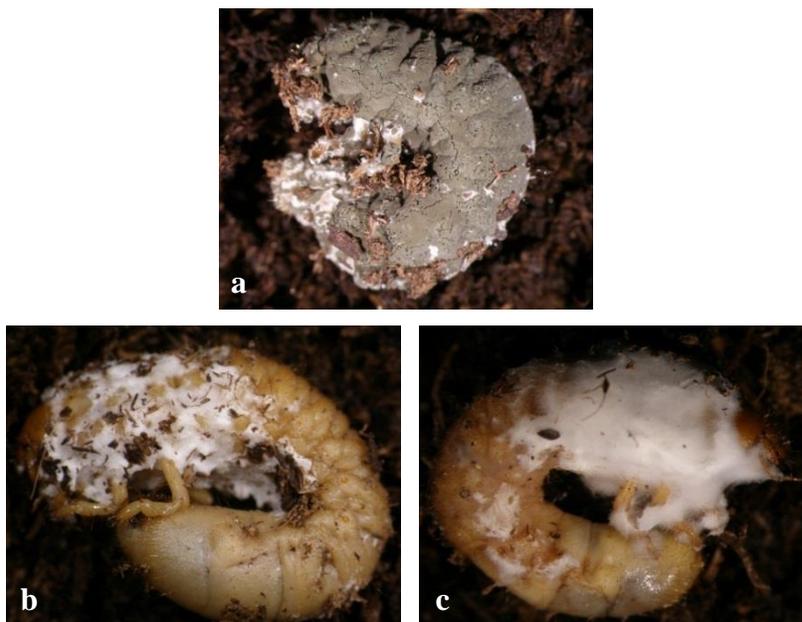


Figura 2. Gallinas ciegas infectadas con hongos entomopatógenos nativos de Tarímbaro, a y b) *Phyllophaga* sp1 infectada con *B. bassiana*. c) *Phyllophaga* sp.1 infectada con *M. anisopliae*.

Es interesante señalar que únicamente *Phyllophaga* sp. 1 registró infección por hongos entomopatógenos. Con los datos disponibles es aventurado asegurar algún tipo de susceptibilidad diferencial de las especies, no obstante, es un fenómeno común que se ha registrado en diversos trabajos de investigación (Hernández-Velázquez *et al.*, 2010; Jaronski, 2010) que deberá demostrarse en futuros estudios que darán continuidad al presente.

CONCLUSIONES

El género *Phyllophaga* registró la mayor diversidad y abundancia (3-5 larvas por cepellón) de gallinas ciegas.

Se identificaron tres morfo especies de *Phyllophaga* en cultivos de maíz y hortalizas. Dos de ellas podrían representar a las de mayor importancia económica en la región.

Se obtuvieron dos aislados nativos de hongos entomopatógenos (*M. anisopliae* y *B. bassiana*) a partir de larvas infectadas en campo.

El porcentaje de infección natural de larvas por hongos entomopatógenos fue muy bajo (0.58 %).

Agradecimientos

La presente investigación es una contribución al proyecto titulado “Búsqueda, aislamiento y selección de hongos entomopatógenos para el control biológico de la gallina ciega en cultivos de maíz y hortalizas en el municipio de Tarímbaro, Michoacán”, financiado con recursos fiscales del INIFAP a través del proyecto con número de SIGI 1442434480. Los autores también agradecen a los productores agrícolas de Tarímbaro por las facilidades para efectuar las colectas de insectos y hongos entomopatógenos en sus parcelas.

Literatura Citada

- Calderón, M. A., Ramírez-Gama, R., Nuñez-Valdéz, M. E. y F. J. Villalobos. 1997. Evidencias de enfermedad ambarina en larvas de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae). *In*: Pp. 15–17. *Memorias III Reunión Latinoamericana de Escarabeidología*. Xalapa, Veracruz. México.
- González, S. 1978. Importancia de la oportunidad en los tratamientos contra plagas del suelo. *In*: Pp. C47–C-57EN: *Memorias II Mesa Redonda sobre Plagas del Suelo*. Chapingo, México.
- Hernández-Velázquez, V. M., Berlanga-Padilla, A., Pérez-Domínguez, J. F. y E. Garza-González. 1996. Aislamiento de hongos patógenos de plagas del suelo en Jalisco y Nayarit. *In*: Pp. 5–7 *Resúmenes XIX Congreso Nacional de Control Biológico*. Culiacán, Sin. México.
- Hernández-Velázquez, V. M., Nuñez-Valdéz, M. E., Ruíz-Vega, J., Nájera-Rincón, M.B. y F. J. Villalobos. 2010. Uso de entomopatógenos. *In*: Pp. 169–186. L. A. Rodríguez del Bosque y M. A. Morón (Eds.) *Plagas del Suelo*. Mundi-Prensa S.A. de C.V.
- Humber, R. A. 2005. *Entomopathogenic Fungal Identification*. USDA-ARS Plant Protection Research Unit; US Plant Soil & Nutrition Laboratory. Ithaca NY. 32 pp.
- Jackson, T. A. y T. R. Glare. 1992. *Use of Pathogens in Scarab Pest Management*. Intercept. Andover. Hampshire. England. 298 pp.
- Jaronski, S. T. 2010. Ecological factors in the inundative use of fungal entomopathogens. *In*: Pp. 159–185. H. E. Roy, F. E. Vega, D. Chandler, M. S. Goettel, J. K. Pell and E. Wanjberg (Eds.) *The Ecology of Fungal Entomopathogens*. Springer.
- Morón, M. A. 1988. Las especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) con mayor importancia agrícola en México. *In*: Pp. 81–102. *Memoria Tercera Mesa Redonda sobre Plagas del Suelo*. Morelia, Michoacán. SME-ICI.
- Morón, M. A. y R. Terrón. 1988. *Entomología Práctica*. Publicación 22. Instituto de Ecología. México, D.F. 504 pp.
- Morón, M. A. 2006. Composición de comunidades de *Phyllophaga* en México (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). *In*: Pp. 11–36. A. E. Castro-Ramírez, M. A. Morón y A. Aragón (Eds.). *Diversidad, Importancia y Manejo de Escarabajos Edafícolas*. El Colegio de la Frontera Sur.
- Morón, M. A. 2010. Diversidad y distribución del complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Scarabaeoidea). *In*: Pp. 41–63L. A. Rodríguez del Bosque y M. A. Morón (Eds.). *Plagas del Suelo*. Mundi-Prensa S.A. de C.V.
- Nájera-Rincón, M. B. 1993 Coleópteros rizófagos asociados al maíz de temporal en el centro del estado de Jalisco, México. Identificación, ecología y control. *In*: Pp. 143–154. M. A. Morón (Comp.) *Diversidad y Manejo de Plagas Subterráneas*. Publ. Esp. Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología. México.
- Nájera-Rincón, M. B. 1995. Evaluación de daños por plagas rizófagas asociadas al maíz de temporal bajo tres intensidades de labranza en Indaparapeo, Michoacán. *In*: Pp. 84–86. *Resúmenes XXX Congreso Nacional de Entomología*. Chapingo, Edo. De México. SME- UACH-CP.
- Nájera-Rincón, M. B., Jackson, T. A. y J. D. López-Mora. 2006. Hongos entomopatógenos para el control de *Phyllophaga vetula* (Horn) (Coleoptera: Melolonthidae) en cultivos de maíz en Zacapu, Michoacán, México. *In*: Pp. 241–262. A. E. Castro-Ramírez, M. A. Morón y A. Aragón (Eds.) *Diversidad, Importancia y Manejo de Escarabajos Edafícolas*. El Colegio de la Frontera Sur.
- Poinar, G. O. and G. Thomas. 1978. *Diagnostic manual for the identification of insect pathogens*. Plenum Press. Ney York. 218 pp.
- Quesada-Béjar, V., Nájera-Rincón, M. B., Reyes-Novelo, E. y C. E. González-Esquivel. 2017. Ortópteros (Caelifera) y sus hongos entomopatógenos en agroecosistemas de maíz en Erongarícuaro, Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(6): 1357–1370.
- Rodríguez del Bosque, L. A. 1993. Abundancia estacional y ecología de coleópteros rizófagos: Un estudio durante 15 años en agroecosistemas del norte de Tamaulipas. *In*: Pp. 7–15. M. A. Morón (Comp.) *Diversidad y Manejo de Plagas Subterráneas*. Publ. Esp. Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología. México.

- Rodríguez, S. D. A. 1997. Biología y Manejo de Chisas. *Boletín 21 de Sanidad Vegetal. División de Sanidad Vegetal*. Instituto Colombiano Agropecuario. Santafé de Bogotá, DC. 31 pp.
- Rodríguez-del Bosque y M. A. Morón. 2010. *Plagas del suelo*. C.P. INIFAP Mundi-Prensa. 417 pp.
- Samson, R., Evans, H. and Latge, J. P. 1988. *Atlas of Entomopathogenic Fungi*. Springer-Verlag. Newyherlands. 172 pp.
- Shannon, P. J. y E. Hidalgo. 1993. Evaluación en laboratorio de aislamientos costarricenses y exóticos de *Metarhizium* y *Beauveria* contra larvas de *Phyllophaga* (Coleoptera: Scarabaeidae). *In: Pp. 203–216. Diversidad y Manejo de Plagas Subterráneas*. Publ. Esp. SME-IE. Xalapa, Veracruz. México.
- StatGraphics® Centurion XV. 2006. *Stat Point Technologies*. Inc. Warrenton, V. A. USA.
- Villalobos, F. J. 1992. The potential of entomopathogens for the control of white grubs pests of corn in México. *In: Pp. 253–258 T. R. Glare and T. Jackson (Eds.) Use of pathogens in Scarab Pest Management*. Intercept. England.
- Zitlalpopoca-Hernandez, G., Najera-Rincon, M. B., del Val, E., Alarcon, A. and J. Larsen. 2017. Multitrophic interactions between maize mycorrhizas, the root feeding insect *Phyllophaga vetula* and the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Applied Soil Ecology* 115: 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.03.014>.